

PSV-13 関西地区・海洋コンクリート構造物実験フィールドの開設

大阪セメント	正会員	小林茂広	大阪市立大学	正会員	真嶋光保
神戸大学	正会員	宮本文穂	立命館大学	正会員	尼崎省二
鳥取大学	正会員	井上正一	京都大学	正会員	宮川豊章

1. はじめに 海洋コンクリート構造物は、陸上構造物に比べてきわめてきびしい環境作用下にあることが多く、塩化物イオンに起因する塩害、あるいはナトリウム塩によるアルカリ骨材膨張などを代表とする耐久性上の種々の配慮が必要とされる。しかし、一口に海洋環境とは言っても、その厳しさの質および程度は様々であり、実験室内における試験結果のみならず、現実の海洋における暴露実験結果を体系だてて長期にわたって収集することが、耐久性設計の確立の上からも強く要求されている。以上の観点から、本報告は、若手コンクリート研究会・海洋コンクリート構造物ワーキング・グループ（代表：京都大学・小林和夫）として暴露実験フィールドを開設し、検討している内容を紹介するものである。

2. 暴露実験フィールド 関西地区は大きく分けて瀬戸内海、太平洋および日本海の3種類の海洋環境があることを考慮し、次に示す3カ所でフィールドを設けることとした。①明石市西岡地区（写真1）：瀬戸内海に面し海象条件は緩やかであるが、潮位差が大きい（担当：明石高専・角田忍、兵庫県・玉田尋三）。②熊野市鵜殿地区（写真2）：太平洋に面し海象条件は厳しいが、温暖である（担当：熊野高専・柴床征治、近畿大学・川東龍夫）。③舞鶴市小橋地区（写真3）：日本海に面し海象条件、特に冬季のものが厳しいが、潮位差は小さい（担当：舞鶴高専・前野賀彦、舞鶴市・谷口嘉勝）。

3. 実験概要 ①基本シリーズ：海洋環境におけるコンクリート部材の塩害劣化機構について基本的な把握を試み、その部材の力学的特性への影響を定量化し、非破壊モニタリング手法（自然電位、分極抵抗、コンクリート抵抗）の適用性について検討を行う。供試体としては12×12×118～130cmのはり部材とし、ほかのシリーズでも標準的に同様の供試体を用いた。要因としては、かぶり（25, 50mm）、コンクリートの水セメント比（40, 60%）、曲げひびわれ（なし, 0.2mm）を取り上げ、塩化物イオン量分析、静的および動的な曲げ載荷試験を実施する。なお、暴露は3カ所で行っている。（担当：京都大学・宮川豊章、井上晋、鳥取大学・井上正一、熊本大学・大津政康、国際建設技術研究所・葛目和宏、大阪府立高専・武市康裕、旭コンクリート・野口幸治、村本建設・村本吉弘、総合技術コンサルタント・渡辺繁）②超低熱コンクリート・シリーズ

：海洋コンクリート構造物は大型構造物が多い。これらマスコンクリート用のセメントとして従来種々の低発熱型のセメントが用いられてきたが、温度ひびわれの防止あるいは初期強度の発現などで問題を含んでいた。超低熱セメントは、発熱量を従来の低熱型セメントよりも低く抑え、普通セメント程度の初期強度発現をさせるもので、温度ひびわれに対する抵抗性が大きいものと考えられる。本シリーズでは、要因としてセメントの種類（超低熱、中庸熱、高炉B）、水セメント比（45, 60%）、混和剤の種類（AE減水剤、AE減水剤+流動化剤、AE減水剤+水中コンクリート用混和剤）を取り上げ、超低熱型コンクリートの海洋環境下における長期特性を検討する。なお、暴露は熊野で行っている。（担当：大阪セメント・小林茂広）③シリカフェウムコンクリート・シリーズ：シリカフェウム（SF）は、そのポゾラン作用と充填作用によりコンクリートの諸特性を大きく改善することが知られており、さらに、SFコンクリートは粘性がきわめて大きく分離がほとんどないので水中コンクリートに適していることも知られている。本シ



写真1 明石市西岡



写真2 熊野市鵜殿

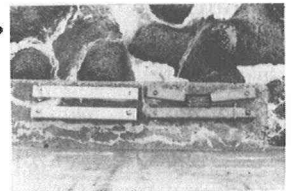


写真3 舞鶴市小橋

リーズでは、要因として水結合材比（40,60%）、SF混入率（0,15,30%）、SFの種類（国内産、外国産）、かぶり（10, 25mm）および練りませ水（水道水、人工海水）を取り上げ、SFコンクリートの海洋環境下における耐久性および鉄筋の防食効果について検討する。なお、暴露は3カ所で行っている。（担当：立命館大学・高木宣章） ④繊維補強コンクリート・シリーズ：現在その大きな靱性によって、海洋コンクリートへの利用が期待されている繊維補強コンクリート（FRC）の、海洋環境下における耐久性を検討する。FRCの利用形態としては種々のものがあるが、本シリーズでは1)構造材料として用いる方法、2)部材表面のみに保護ライニングとして用いる方法の2種を取り扱っている。前者では、繊維として鋼、ガラス、ビニロンを用い、FRCの劣化を中心とした検討を行っている。後者では、繊維としてガラスとビニロンを用い、捨て型わく方式とし、鉄筋の劣化と後打ちコンクリートとの付着の劣化を中心とした検討を行っている。なお、暴露は明石で行っている。（担当：大阪市立大学・真嶋光保） ⑤アルカリ骨材膨張シリーズ：反応性骨材を用いたコンクリートにあっては、海洋環境からのアルカリ成分によりアルカリ骨材反応を生じ、コンクリート構造物に膨張損傷を生じさせる可能性がある。本シリーズでは、要因としてセメントの種類（低アルカリ普通、高アルカリ普通、高炉B、超低熱）、水セメント比（45,60%）および反応性骨材の種類（古銅輝石安山岩、チャート）を取り上げ海洋環境下におけるアルカリ骨材膨張の特性を検討する。なお、暴露は熊野で行っている。（担当：大阪セメント・小林茂広） ⑥プレストレストコンクリート・シリーズ：海洋コンクリート構造物にはプレストレストコンクリート構造が用いられる例が多い。本シリーズでは、供試体を 15x15x150 cmのはり部材とし、要因としてPCストランド定着部の処理方法（無収縮モルタル、グリス充填キャップ、ターレットエポキシ）、PC鋼材の防食方法（普通、エポキシコーティング、ポリエステルコーティング、亜鉛めっき、ポリエステル+グリス）、グラウト（有、無）を取り上げ、PC構造の海洋環境下における耐久性を検討する。なお、暴露は熊野と舞鶴で行っている。（担当：住友電工・山田真人） ⑦表面処理および防食鉄筋シリーズ：エポキシ、ウレタン、ビニルエステルなどによるコンクリート表面ライニング、およびエポキシ樹脂塗装鉄筋、亜鉛めっき鉄筋、Cu-W系およびNi系耐塩性鉄筋の使用などによる塩害防止効果の検討を行う。なお、暴露は3カ所で行っている。（担当：サンユレジン・吉永正道、新日本製鉄・小門武、住友金属・新井哲三） ⑧無機系表面処理シリーズ：コンクリート表面の保護工の一つとして、水溶性珩化合物を塗布することによって、水和生成物 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を不溶性 CaF_2 に変え、さらにセメント硬化体中の空隙にコロイド状のシリカを析出、充填して、表面を緻密化する方法がある。防食法として簡便であり、また無機材料であるため耐候性にも優れるものと考えられる。本シリーズでは、要因としてコンクリートの水セメント比（40,60%）を取り上げ、珩化合物を主成分とする化合物によるコンクリートおよび鋼材の防食効果を検討する。なお、暴露は熊野で行っている。（担当：立命館大学・尼崎省二） ⑨RC床版防水工シリーズ：コンクリート部材への注入材および表面処理材としての適用に対する要求性能よりさらに厳しい力学的性能が要求される可能性の高い床版防水工への樹脂材の適用に当たって必要となる力学的挙動の内、RC床版に発生する曲げひびわれへの追従性に与える海洋雰囲気の影響をエポキシ樹脂系仕様で検討する。なお、暴露は熊野で行っている。（担当：神戸大学・宮本文穂）

4. まとめ 現在、各種測定を実行中であり、詳しくは講演当日にご紹介したい。例えば、シリカフュームコンクリートでは、かぶり10mmのものについては練りませ水に関わらずすでに腐食による軸方向ひびわれが発生しており（図1参照）、その載荷試験等も実施している。以上のように、本暴露実験は広範囲の内容が盛られており、今後長期にわたって計測を継続した上で最終的なとりまとめを行う予定である。

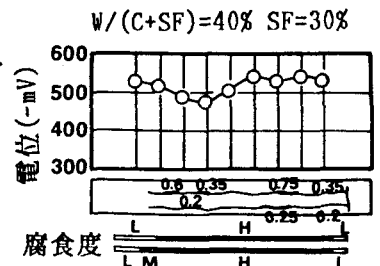


図1 シリカフュームコンクリートでの測定例（人工海水練り、かぶり10mm）